

C.N.R. - GRUPPO NAZIONALE PER LA VULCANOLOGIA
ITALY

Fabrizio Ferrucci Fabrizio Innocenti

Progetto-Etna 1993-1995

Stato di avanzamento delle ricerche
C.N.R. Roma, 11-12 Gennaio 1995



GIARDINI

POSSIBILI CORRELAZIONI TRA ATTIVITA' SISMICA PROFONDA E FENOMENI VULCANICI ALL'ETNA

M.CASTELLANO (1), F.BIANCO (1), S.IMPOSA (2), G.LOMBARDO(2)

1) Osservatorio Vesuviano, Ercolano (Napoli)

2) Istituto di Geologia e Geofisica, Università di Catania

E' stato effettuato un confronto comparato tra l'attività sismica registrata all'Etna, mediante reti permanenti e mobili, e l'attività vulcanica a partire dal 1977 e fino all'ultima eruzione (1991-1993). La ricerca é basata sull'ipotesi di partenza, confortata da diversi lavori strutturali (Frazzetta e Villari, 1981; Lo Giudice et al., 1982; Cristofolini et al., 1985; Bousquet et al., 1988; Ferrucci et al., 1993), che l'attività vulcanica sia controllata dalla tettonica regionale nel cui contesto si è impostato il vulcanismo etneo. Il catalogo dei terremoti è stato sottoposto ad una profonda revisione al fine di garantire la migliore qualità delle localizzazioni anche a causa della non omogeneità dei dati su tutto il periodo investigato. Infatti la maggior parte degli eventi è stata registrata con stazioni sismiche a sola componente verticale con le quali è spesso dubbia l'individuazione della fase "S"; alcuni periodi, invece, sono stati caratterizzati dalla presenza di reti temporanee costituite da stazioni digitali a tre componenti con le quali l'identificazione dell'onset delle onde trasversali è risultato molto più attendibile determinando più affidabili localizzazioni ipocentrali. Gli eventi sono stati localizzati mediante la routine di calcolo HYPO71 (Lee e Lahr, 1975) utilizzando il modello di velocità 1D determinato da Cardaci et al. (1993). Da un primo confronto generale sono state selezionate alcune sequenze, localizzate a profondità maggiore di 7-10 km, che risultavano correlate temporalmente con l'attività vulcanica.

Il primo approccio è stato effettuato analizzando l'attività sismica profonda avvenuta nel periodo 1988-1989, durante il quale è stata operativa all'Etna una rete sismica digitale a tre componenti dell'Osservatorio Vesuviano (Castellano et al., 1993). Sono state individuate tre sequenze localizzate a profondità superiore a 10-15 km: 19/20 Giugno 1988, 3 Agosto e 23/24 Settembre 1989. Ogni sequenza sembra mostrare una correlazione con l'attività vulcanica avvenuta nello stesso periodo (Fig. 1a). Nel 1988, circa un mese dopo la sequenza del 19/20 Giugno è iniziata una sostenuta attività esplosiva con alte fontane di lava ai Crateri Sommitali ed un forte aumento del tremore vulcanico, durato per più di due mesi, ma senza attività effusiva (Luongo et al., 1988). Le due sequenze avvenute nel 1989 mostrano caratteristiche diverse tra loro. L'attività sismica profonda del 3 Agosto ha preceduto di poco più di un mese l'eruzione di Settembre-Ottobre 1989, mentre quella del 23/24 Settembre si è verificata durante questa eruzione ed ha preceduto di circa quattro giorni un brusco cambiamento nel regime eruttivo e la rapida propagazione del sistema di fratture ad orientazione SSE (Fig. 1b) (Bertagnini et al., 1990; Ferrucci et al., 1993, Rymer et al., 1993). Con lo stesso criterio è stata analizzata l'attività sismica profonda registrata durante il 1991 per verificare l'esistenza di possibili correlazioni temporali con l'inizio dell'eruzione 1991-1993. Anche se una certa

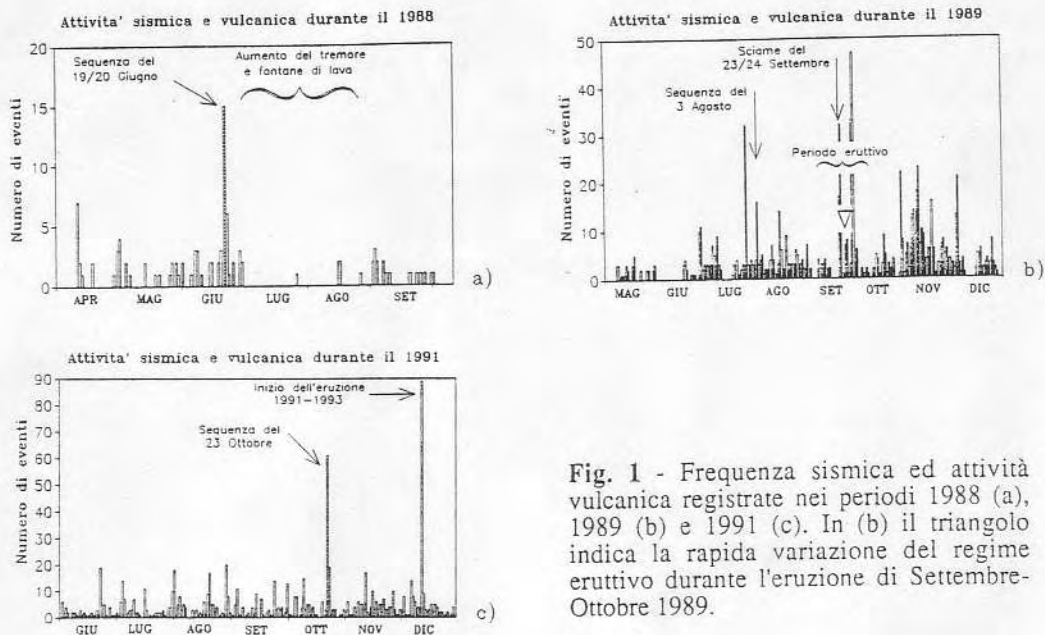


Fig. 1 - Frequenza sismica ed attività vulcanica registrate nei periodi 1988 (a), 1989 (b) e 1991 (c). In (b) il triangolo indica la rapida variazione del regime eruttivo durante l'eruzione di Settembre-Ottobre 1989.

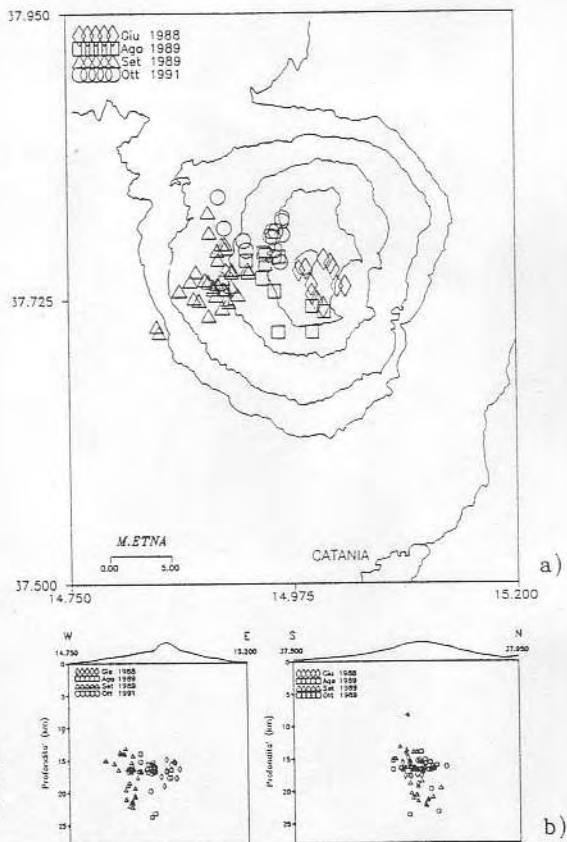


Fig. 2 - Distribuzione epicentrale (a) ed ipocentrale (b) delle quattro sequenze sismiche profonde localizzate nel periodo 1988-1991.

attività profonda sembra essere avvenuta nella prima metà del 1991 (Patanè et al., 1994) le localizzazioni ipocentrali di tali sequenze non appaiono molto vincolate. Ben vincolata da un elevato numero di fasi P/S, a profondità superiore ai 10 km, è invece la sequenza avvenuta il 23 Ottobre 1991, circa un mese e mezzo prima dell'inizio dell'ultima eruzione dell'Etna, una delle più importanti, per durata e volumi di magma eruttati, di questo secolo (Fig. 1c). Sulla base della distribuzione temporale delle magnitudo all'interno delle singole sequenze individuate, si è notato che gli eventi profondi avvenuti in periodi di quiescenza prima delle eruzioni sono caratterizzati da tipiche sequenze mainshock-aftershock (Agos. 1989, Ott. 1991), mentre ad eruzione in corso è possibile osservare una distribuzione a sciame sismici che possono precedere brusche variazioni dell'attività vulcanica (Sett. 1989). Anche l'attività sismica del 19/20 Giugno 1988 mostra un andamento di tipo mainshock-aftershock, ma nessuna eruzione è avvenuta dopo di essa. Le localizzazioni epicentrali ed ipocentrali delle sequenze avvenute nel periodo 1988-1991 sono mostrate in Fig. 2. E' stata quindi estesa tale analisi all'attività sismica e vulcanica verificatasi dal 1977 fino all'eruzione del 1986-1987. Correlazioni temporali tra sequenze sismiche profonde e ripresa dell'attività vulcanica sono state osservate in corrispondenza di diverse eruzioni all'interno del periodo esaminato (es. 1983-84-85-86). Sono state riscontrate, inoltre, marcate relazioni tra sciame profondi avvenuti durante alcune delle eruzioni più sostenute e variazioni di stile e/o regime dell'attività vulcanica. Esempi di localizzazioni ipocentrali di sequenze profonde avvenute tra il 1977 ed il 1987 sono mostrate in Fig. 3.

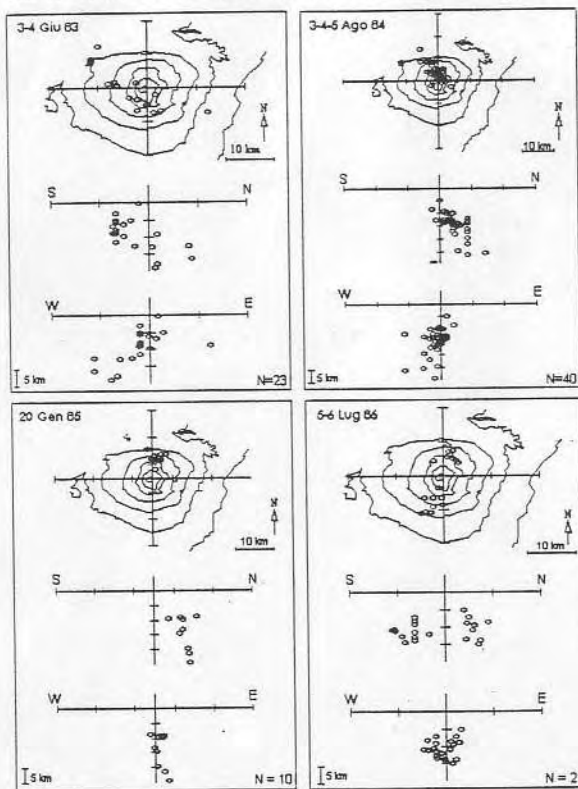


Fig. 3 - Distribuzioni epicentrali ed ipocentrali di alcune sequenze sismiche profonde avvenute dal 1983 al 1986.

Questi andamenti possono essere messi in relazione con lo stato di stress che interessa il complesso vulcanico. Infatti, è ragionevole supporre che in periodo non eruttivo il campo di stress che prevale sull'area sia quello regionale il quale determina nelle strutture del basamento una risposta di stile tettonico; durante un'eruzione invece il campo di stress diventa più complesso a causa della sovrapposizione di quello locale, legato alla risalita magmatica, con quello regionale. Dalle osservazioni fin qui raccolte, ed in accordo con quanto riportato da altri autori sulla base di studi strutturali, si è portati a concludere che l'attività sismica profonda possa essere strettamente correlata con i meccanismi di risalita magmatica. I terremoti che avvengono nel basamento dell'Etna a profondità maggiore di 10-15 km durante periodi di quiescenza possono essere determinati dalla risposta della crosta alle variazioni del campo di stress regionale che agisce sulla regione etnea. L'attraversamento delle strutture profonde, su cui agisce il campo di stress regionale, con il sistema di alimentazione dell'Etna determina una condizione favorevole per i movimenti del magma verso la superficie. In un quadro di attività vulcanica quasi continua, quale quello dell'Etna, i terremoti profondi che avvengono nel basamento sono l'evidenza di una variazione (rilascio di energia) del campo di stress e possono essere identificati come "precursori" di una variazione del regime vulcanico.

Riferimenti bibliografici

- BERTAGNINI A., CALVARI S., COLTELLI M., LANDI P., POMPILO M. e SCRIBANO V. (1990). The 1989 eruptive sequence. In: F. Barberi et al. (Eds.), Mount Etna: the 1989 eruption. Giardini (Pisa), 10-22.
- BOUSQUET J.C., LANZAFAME G. e PAQUIN C. (1988). Tectonic stresses and volcanism: in-situ stress measurements and neotectonic investigations in the Etna area (Italy). *Tectonoph.*, 149: 219-231.
- CARDACI C., COVIELLO M., LOMBARDO G., PATANE' G. e SCARPA R. (1993). Seismic tomography of Etna volcano. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 56: 357-368.
- CASTELLANO M., FERRUCCI F., GODANO C., IMPOSA S. e MILANO G. (1993). Upwards migration of seismic foci: a forerunner of the 1989 eruption at Mt. Etna. *Bull. Volcanol.*, 55: 346-351.
- CRISTOFOLINI R., GRESTA S., IMPOSA S. e PATANE' G. (1985). Feeding mechanism of eruptive activity at Mt. Etna based on seismological and petrological data. In: C. King and R. Scarpa (Eds), *Modeling of Volcanic Processes*. Fri. Vieweg & Sohn, Wiesbaden: 73-93.
- FERRUCCI F., RASA' R., GAUDIOSI G., AZZARO R. e IMPOSA S. (1993). Mt. Etna: a model for the 1989 eruption. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 56: 35-56.
- FRAZZETTA G. e VILLARI L. (1981). The feeding of the eruptive activity of Etna volcano. The regional stress field as a constraint to magma uprising and eruption. *Bull. Volcanol.*, 44: 269-282.
- LEE W.H.K. e LAHR J.C. (1975). HYPO71 (revised): a computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion pattern of local earthquakes. U.S. Geol. Surv., Open-file Report: 75-311.
- LO GIUDICE E., PATANE' G., RASA' R. e ROMANO R. (1982). The structural framework of Mt. Etna. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 23: 125-158.
- LUONGO G., EREDITATO D., PENNACCHIO A. e RICCIARDI G.P. (1988). Tremore vulcanico all'Etna: aprile-ottobre 1988. Atti 7 Convegno GNGTS-CNR, Roma: 1111-1120.
- PATANE' D., PRIVITERA E., FERRUCCI F. e GRESTA S. (1994). Seismic activity leading to the 1991-1993 eruption of Mt. Etna and its tectonic implications. *Acta Volc.*, 4: 47-55.
- RYMER H., MURRAY J.B., BROWN G.C., FERRUCCI F. e McGUIRE W.J. (1993). Mechanisms of magma eruption and emplacement at Mt. Etna between 1989 and 1992. *Nature*, 361: 439-441.